

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-191426

(43)公開日 平成11年(1999)7月13日

(51)Int.Cl.⁶

H 01 M 8/04

識別記号

F I

H 01 M 8/04

Y

審査請求 未請求 請求項の数7 O.L (全9頁)

(21)出願番号 特願平9-359944

(71)出願人 000001889

三洋電機株式会社

(22)出願日 平成9年(1997)12月26日

大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号

(72)発明者 金子 実

大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三
洋電機株式会社内

(72)発明者 小田 勝也

大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三
洋電機株式会社内

(72)発明者 唐金 光雄

大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三
洋電機株式会社内

(74)代理人 弁理士 丸山 敏之 (外2名)

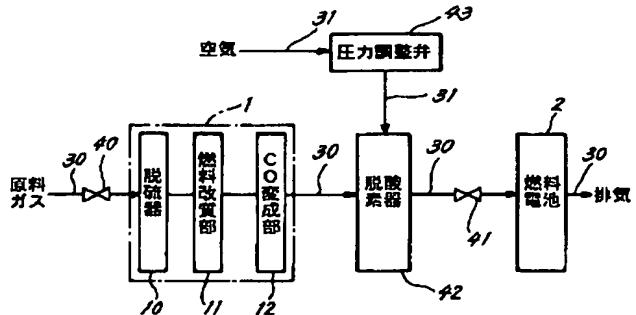
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 燃料電池発電システム

(57)【要約】

【課題】 システムを大型化することなく、システムの停止モード時の負圧防止と、燃料改質装置又は燃料電池の性能の劣化を防止できる燃料電池発電システムを提供する。

【解決手段】 本発明の燃料電池発電システムは、原料ガスを水素リッチの燃料ガスに改質する燃料改質装置と、燃料ガスと空気の電気化学反応によって発電を行なう燃料電池とを組み合わせて構成される。燃料電池発電システムにおいて、外部の空気をガス流路を通じて、原料ガスを燃料改質装置へ供給し、改質された燃料ガスを燃料電池へ供給する。燃料電池発電システムにおいて、外部の空気をガス流路へ導入する空気導入通路を有する。空気導入通路又は空気導入通路とガス流路の合流位置には、空気中の酸素ガスを除去するための脱酸素器が配備され、脱酸素器より上流側の空気導入通路には、システムの停止モード時に外部の空気を導入する空気導入手段が配備されていることを特徴とする。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 原料ガスを水素リッチの燃料ガスに改質する燃料改質装置と、燃料ガスと空気の電気化学反応によって発電を行なう燃料電池を具え、ガス流路を通じて、原料ガスを燃料改質装置へ供給し、改質された燃料ガスを燃料電池へ供給する燃料電池発電システムにおいて、

外部の空気をガス流路へ導入する空気導入通路を具え、空気導入通路、又は空気導入通路とガス流路の合流位置には、空気中の酸素ガスを除去するための脱酸素器が配備され、脱酸素器より上流側の空気導入通路には、システムの停止モード時に外部の空気を導入する空気導入手段が配備されていることを特徴とする燃料電池発電システム。

【請求項2】 空気導入手段は、ガス流路が負圧のときを開状態になる圧力調整弁である請求項1に記載の燃料電池発電システム。

【請求項3】 脱酸素器は、燃料改質装置と燃料電池間のガス流路に配備されている請求項1又は2に記載の燃料電池発電システム。

【請求項4】 空気導入手段はエアポンプである請求項1に記載の燃料電池発電システム。

【請求項5】 原料ガスと空気との部分酸化反応によって水素リッチの燃料ガスに改質する燃料改質装置を具えた燃料電池発電システムにおいて、

システムの停止モード時に、供給される原料ガスを燃料改質装置の中で完全酸化反応させることを特徴とする燃料電池発電システム。

【請求項6】 原料ガスを水素リッチの燃料ガスに改質する燃料改質装置と、燃料ガスと空気の電気化学反応によって発電を行なう燃料電池を具え、ガス流路を通じて、原料ガスを燃料改質装置へ供給し、改質された燃料ガスを燃料電池へ供給する燃料電池発電システムにおいて、

システムの停止モード時に水又は水蒸気をガス流路へ導入する水分導入手段が配備されていることを特徴とする燃料電池発電システム。

【請求項7】 水分導入手段は、燃料改質装置の上流側のガス流路に水又は水蒸気を導入するように配備していることを特徴とする請求項6に記載の燃料電池発電システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、燃料電池発電システムに関するものである。本発明は、特に、燃料電池発電システムにおいて、炭化水素またはアルコール原料などの原料ガスから水素リッチの燃料ガスに改質する燃料改質装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 燃料電池発電システムは、燃料電池に燃

料と酸化剤を供給し、燃料の化学エネルギーを電気エネルギーに直接変換するシステムである。主な燃料電池発電システムでは、燃料として、水素ガスや水素リッチの燃料ガスが使用され、酸化剤として、酸素ガスや空気が使用されている。燃料電池発電システムは、図1に示すように、炭化水素、アルコール原料などの原料ガスを水素リッチの燃料ガスに改質する燃料改質装置(1)と、燃料改質装置(1)から送られる燃料ガスと空気との電気化学反応によって発電を行なう燃料電池(2)とを具える。

10 なお、本明細書中では、原料ガスを燃料改質装置へ供給し、該改質装置内で改質された燃料ガスを燃料電池へ供給し、発電に利用された後の燃料排ガスを排気するまでの経路をガス流路と称することにする。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 上記燃料電池発電システムにおいて、システムの停止モード時にガス流路の一部又は全部を密閉すると、運転温度から常温に降下するにつれて、密閉したガス流路内の気体の圧力は低下し、ついには大気圧よりも低い圧力(以下、負圧という)となる。このため、何らかの原因で外部から空気が混入し、混入した空気中の酸素ガスにより、燃料改質装置における触媒の活性低下および劣化を招く虞れがある。また、ガス流路の内部と外部の圧力差により、ガス流路の強度の弱い部分が破損する虞れがある。従って、ガス流路内が負圧となることを防止するため、ガスを追加する必要があり、この負圧防止用ガスとして、従来は、窒素ガス、希ガスなどの不活性ガスを使用している。しかしながら、前記不活性ガスを使用する場合は、ボンベ等のように不活性ガスを貯蔵する装置が必要であり、システムが大型化すると共に、ボンベ交換等のようにメンテナンスに手間がかかる不都合があった。また、希ガスは一般に高価であるため、希ガスを使用する場合では、発電コストの上昇を招く。

20 【0004】 上記問題点を解決するには、負圧防止用ガスとして、システムの周囲に存在する空気を使用するか、或いは、発電に使用される原料ガスまたは燃料ガスを使用することが考えられる。しかしながら、空気を使用する場合は、上述のように、空気中の酸素ガスにより燃料改質装置における触媒の活性低下および劣化を招くことになる。また、原料ガスまたは燃料ガスを使用する場合は、原料ガスまたは燃料ガス中の炭化水素や一酸化炭素により燃料改質装置内にカーボンが析出して触媒の活性低下および劣化を招いたり、燃料ガス中の水素ガスにより燃料電池が高電圧に維持されて電池性能の早期劣化を招くことになる。

【0005】

【発明の目的】 本発明は、システムを大型化することなく、システムの停止モード時の負圧防止と、燃料改質装置または燃料電池の性能の劣化を防止できる燃料電池発電システムを提供することを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するため、本発明の請求項1に記載された燃料電池発電システムは、原料ガスを水素リッチの燃料ガスに改質する燃料改質装置と、燃料ガスと空気の電気化学反応によって発電を行なう燃料電池を具え、ガス流路を通じて、原料ガスを燃料改質装置へ供給し、改質された燃料ガスを燃料電池へ供給する燃料電池発電システムにおいて、外部の空気をガス流路へ導入する空気導入通路を具え、空気導入通路、又は空気導入通路とガス流路の合流位置には、空気中の酸素ガスを除去するための脱酸素器が配備され、脱酸素器より上流側の空気導入通路には、システムの停止モード時に外部の空気を導入する空気導入手段が配備されていることを特徴とする。

【0007】また、請求項5に記載された発明では、原料ガスと空気との部分酸化反応によって水素リッチの燃料ガスに改質する燃料改質装置を具えた燃料電池発電システムにおいて、システムの停止モード時に、供給される原料ガスを燃料改質装置の中で完全酸化反応させることを特徴とする。

【0008】さらに、請求項6に記載された発明では、原料ガスを水素リッチの燃料ガスに改質する燃料改質装置と、燃料ガスと空気の電気化学反応によって発電を行なう燃料電池を具え、ガス流路を通じて、原料ガスを燃料改質装置へ供給し、改質された燃料ガスを燃料電池へ供給する燃料電池発電システムにおいて、システムの停止モード時に水又は水蒸気をガス流路へ導入する水分導入手段が配備されていることを特徴とする。

【0009】

【作用及び効果】請求項1に記載された発明では、システムの停止モード時に、外部の空気が空気導入手段により空気導入通路を通って脱酸素器に導入され、脱酸素器により酸素ガスが除去され、脱酸素化された空気がガス流路に導入されて、ガス流路が負圧となることを防止する。従って、本発明の負圧防止用ガスは、空気を使用できるから、負圧防止用ガスを貯蔵する設備は不要であり、システムが大型化することはない。また、本発明の負圧防止用ガスは、脱酸素化された空気であるから、酸素ガスにより燃料改質装置における触媒の活性低下および劣化を招くことはない。

【0010】請求項5に記載された発明では、システムの停止モード時に、原料ガスが燃料改質装置において完全酸化されて水蒸気及び二酸化炭素になり、ガス流路に導入されて、ガス流路が負圧となることを防止する。従って、本発明の負圧防止用ガスは、原料ガスを利用するから、負圧防止用ガスを貯蔵する設備を別途設ける必要はなく、システムが大型化することはない。また、本発明の負圧防止用ガスは、水蒸気と二酸化炭素であるから、水素ガス、炭化水素または一酸化炭素により燃料改質装置または燃料電池における触媒の活性低下および劣

化を招くことはない。

【0011】請求項6に記載された発明では、システムの停止モード時に、水または水蒸気がガス流路へ導入される。このとき、ガス流路は高温であるから、水は水蒸気となって導入され、水蒸気の充填により、ガス流路が負圧となることを防止する。本発明の負圧防止用ガスは、水を利用しておらず、システムの停止モード時に気化して使用されるから、使用量は少なく、水を貯蔵する設備は小さくて済む。また、水は外部から容易に供給できるので、水を貯蔵する設備は不要である。さらに、燃料電池では、燃料ガスと空気の反応により水が生成されるから、この生成水を利用すれば、水を貯蔵する設備を別途設ける必要はなく、システムが大型化することはない。また、本発明の負圧防止用ガスは、水蒸気であるから、燃料改質装置または燃料電池における触媒の活性低下および劣化を招くことはない。

【0012】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施形態について図面に沿って説明する。

【0013】実施形態1

図2は、本発明の燃料電池発電システムの第1実施形態におけるガス流路を示すブロック図である。第1実施形態の燃料電池発電システムでは、システムの停止モード時にガス流路が負圧となることを防止するために供給される負圧防止用ガスとして、酸素除去された空気を使用している。ガス流路(30)には、原料ガスを供給または停止する原料供給バルブ(40)と、原料ガスから、水素リッチの燃料ガスを生成する燃料改質装置(1)と、燃料改質装置(1)から送られる燃料ガスを燃料電池(2)に供給または停止する燃料供給バルブ(41)とが配備されている。

【0014】燃料改質装置(1)は、原料供給バルブ(40)から送られる原料ガス中の硫黄分を除去する脱硫器(10)と、脱硫器(10)から送られる硫黄分の除去された原料ガスを、水素リッチのガスに改質する燃料改質部(11)を具える。原料ガスの改質方法には、高温下で原料ガスに水蒸気を加えることにより水素ガスを発生させる水蒸気改質法と、原料ガスに空気または酸素ガスを混合し、燃焼反応(酸化反応)により水素ガスを発生させる部分酸化法とがあり、選択した改質方法に応じて、原料ガスその他必要なガスが導入される。

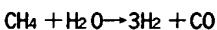
【0015】燃料改質部(11)にて生成されたガスには、水素ガスの他に、二酸化炭素および一酸化炭素が含まれる。一酸化炭素が燃料電池の白金触媒に吸着すると、触媒の性能が低下する。従って、電極上に白金触媒が配備されている高分子型燃料電池やリン酸型燃料電池の場合は、燃料ガスを燃料電池(2)に導入する前に、燃料ガス中の一酸化炭素を二酸化炭素に変換するため、燃料改質装置(1)にはCO変成部(12)が配備される。

【0016】燃料改質装置(1)と燃料電池(2)との間のガス流路(30)には、気体中の酸素ガスを除去する脱酸素器

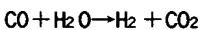
(42)が配備され、脱酸素器(42)には、外部の空気を脱酸素器(42)へ導入する空気導入通路(31)が接続される。空気導入通路(31)には、ガス流路(30)が負圧のときに開状態になる圧力調整弁(43)が配備される。なお、燃料改質装置(1)と脱酸素器(42)の間のガス流路(30)には、燃料改質装置(1)から送られる高温の燃料ガスを冷却して脱酸素器(42)に送る冷却器(図示せず)を配備してもよい。

【0017】<実施例>以下、具体例に沿ってガス流路(30)における動作について説明する。本実施例では、原料ガスとして、メタンを主成分とする天然ガスを使用する。また、燃料改質装置(1)の脱硫器(10)では、脱硫触媒としてモリブデンー亜鉛触媒を使用しており、燃料改質部(11)では、改質触媒としてニッケル触媒を使用し、水蒸気改質法により改質が行なわれており、CO変成部(12)では、CO変成触媒として銅ー亜鉛触媒を使用している。また、脱酸素器(42)では、脱酸素剤としてアルミニナに銅を10重量%担持したものを使用している。

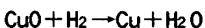
【0018】燃料電池(2)の発電中では、原料供給バルブ(40)および燃料供給バルブ(41)は開いている。天然ガスは、燃料改質装置(1)に送られ、脱硫器(10)の中で硫黄分が除去され、燃料改質部(11)において、



で示される反応が行われ、CO変成部(12)において、

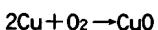


で示される反応が行われることにより、水素ガスと二酸化炭素を含む燃料ガスに改質される。燃料ガスは、燃料改質装置(1)から脱酸素器(42)に送られる。このとき、脱酸素剤(銅)が酸化されている場合には、燃料ガス中の水素ガスの一部を用いて、



で示される反応が行われることにより、脱酸素剤が還元される。なお、圧力調整弁(43)により、燃料ガスが空気導入通路(31)を通って排出されることを防止している。脱酸素器(42)から送られる燃料ガスは、燃料供給バルブ(41)を通じて燃料電池(2)に送られ、発電に利用された後に排気される。

【0019】発電を停止する際には、まず、原料供給バルブ(40)を閉じて、天然ガスの燃料改質装置(1)への供給を停止すると共に、燃料供給バルブ(41)を閉じて、燃料ガスの燃料電池(2)への供給を停止する。しばらくすると、ガス流路(30)内は、温度の低下により気体の圧力が低下し、ついには負圧となる。このとき、圧力調整弁(43)が開いて、外部の空気が空気導入通路(31)を通って脱酸素器(42)内に導入される。脱酸素器(42)では、脱酸素剤の銅が



で示される反応が行われることにより、導入された空気から酸素ガスが除去される。従って、脱酸素化された空気は、ほぼ全てが窒素ガスとなり、脱酸素器(42)からガ

ス流路(30)に送られて、ガス流路(30)内の圧力が大気圧となり、負圧を防止できる。

【0020】従って、本実施形態の負圧防止用ガスは、外部の空気を用いるので、ポンベなどの貯蔵設備は不要でありシステムが大型化することはない。また、本実施形態の負圧防止用ガスは、酸素除去された空気であるから、酸素ガスによる触媒の活性低下および劣化を招くことはない。また、脱酸素器(42)は、燃料改質装置(1)と燃料電池(2)の間に配備されており、脱酸素器(42)の脱酸素剤は、発電中には燃料ガス中の水素ガスにより銅に還元され、発電停止時には空気中の酸素ガスにより酸化銅に酸化される。従って、脱酸素器(42)は、繰り返し使用でき、交換、メンテナンス等の煩わしさが無い。また、空気導入通路(31)を通じて脱酸素器(42)に送られる空気は、圧力調整弁(43)により、大気圧とガス流路(30)内の圧力の差によって供給される。従って、エアポンプのように、空気をガス流路(30)に強制的に供給する手段が不要であり、燃料電池発電システムを大型化することは無い。

【0021】上記実施形態では、脱酸素器(42)は、燃料改質装置(1)と燃料電池(2)の間に脱酸素器(42)を配備しているが、燃料改質装置(1)の燃料改質部(11)とCO変成部(12)の間に配備することもできる。なお、燃料改質部(11)にて部分酸化法を利用する場合、燃料改質部(11)から送られるガスには、数%程度の酸素ガスが含まれるが、脱酸素器(42)をCO変成部(12)の上流側に設けることにより、酸素ガスを除去してCO変成部(12)に供給でき、CO変成部(12)の変成触媒が酸素ガスにより劣化することを防止できる。このように、脱酸素器(42)は、ガス流路(30)上の任意の位置に配備することができる。また、図3に示すように、エアポンプ(44)を脱酸素器(42)に接続し、脱酸素器(42)を原料供給バルブ(40)と燃料改質装置(1)の間のガス流路(30)に接続して、エアポンプ(44)から脱酸素器(42)に空気を強制的に供給するならば、発電停止時において、脱酸素化された空気により、水素ガスをガス流路(30)内から追い出すことができ、残留水素ガスによる触媒の劣化を防止できる。

【0022】実施形態2

図4は、本発明の燃料電池発電システムの第2実施形態におけるガス流路(30)を示すブロック図である。第2実施形態の燃料電池発電システムでは、システムの停止モード時にガス流路(30)が負圧となることを防止し、且つ、ガス流路(30)内に残留する水素ガスを追い出すガスとして、原料ガスを完全燃焼させたガスを使用している。本実施形態では、原料ガスの他に、空気および水を燃料改質装置(1)に供給して燃料ガスを生成し、生成された燃料ガスを燃料電池(2)に供給している。原料ガスは、脱硫器(50)にて硫黄分が除去された後に燃料改質装置(1)に供給される。空気および水は、それぞれポンプ(51)(52)により強制的に燃料改質装置(1)に供給され

る。脱硫器(50)から送られる脱硫化された原料ガスと、各ポンプ(51)(52)から送られる空気および水は、それぞれ流量計(53)(54)(55)およびバルブ(56)(57)(58)を通つて混合され、混合ガス供給バルブ(59)を通つて燃料改質装置(1)に供給される。燃料改質装置(1)は、前記混合ガスから水素リッチの燃料ガスを生成する燃料改質部(11)と、燃料改質部(11)にて生成された燃料ガスに含まれる一酸化炭素を二酸化炭素に変成するCO変成部(12)と、CO変成部(12)を経ても残存している微量の一酸化炭素を二酸化炭素に酸化するCO酸化部(13)とを具える。

【0023】燃料改質部(11)における改質方法には、上述のように、部分酸化法と水蒸気改質法とがあり、本実施形態では両方を使用する。燃料改質部(11)は、改質反応を進行させる反応部(14)と、反応部(14)に熱を供給する加熱部(15)とを具える。反応部(14)は、前記混合ガスと加熱部(15)からの熱を受け取り、高温下で混合ガスを反応させて水素ガスを生成する。加熱部(15)は、バルブ(60)を通った原料ガスを受け取り、原料ガスを空気燃焼することにより熱を発生させ、この熱を反応部(14)に供給する。CO変成部(12)は、上述のように、燃料改質部(11)から送られる燃料ガス中の一酸化炭素を、燃料ガス中の水蒸気により二酸化炭素に変成する。CO酸化部(13)は、CO変成部(12)から送られた燃料ガスと、空気用ポンプ(51)から流量計(54)、バルブ(61)を経て供給された空気によって、燃料ガス中に残存する微量の一酸化炭素を二酸化炭素に酸化する。従って、燃料改質装置(1)から燃料電池(2)に送られる燃料ガスは、主に、水素ガス、水蒸気および二酸化炭素を含んでおり、燃料電池(2)において発電に利用された後に、排ガスバルブ(62)を通つて排氣される。

【0024】次に、発電の実行および停止時のガス流路(30)における動作について説明する。発電時には、各バルブが開いている。発電を停止する際には、まず、燃料電池(2)からの電気出力を遮断する。次に、原料用バルブ(56)を調節し、燃料改質装置(1)への原料ガスの供給量を減らして、燃料改質部(11)における部分酸化反応を完全燃焼反応に移行させる。なお、この供給量は、原料用流量計(53)により検出できる。次に、水用バルブ(58)を閉じ、燃料改質装置(1)への水の供給を停止して、燃料改質部(11)における水蒸気改質反応を停止させる。次に、空気用第2バルブ(61)を閉じ、CO酸化部(13)への空気の供給を停止して、CO酸化部(13)における酸化反応を停止させる。

【0025】燃料改質部(11)にて完全燃焼反応により生成される燃焼排ガスが所定量(実施例では、ガス流路(30)内の容積の約2~3倍の量)生成されると、残留している燃料ガスがガス流路(30)から完全に追い出されたと判断して、排ガスバルブ(62)、空気供給バルブおよび原料供給バルブ(40)を閉じて、停止動作が完了する。

10

20

30

40

50

【0026】従つて、システムの停止モード時に、完全燃焼された燃焼排ガスがガス流路(30)に供給されるから、ガス流路(30)内が負圧となることを防止できる。本実施形態の負圧防止用ガスは、原料ガスを利用しているから、負圧防止用ガスを貯蔵する設備を別途設ける必要はなく、システムが大型化することもない。また、本実施形態の負圧防止用ガスは、水蒸気及び二酸化炭素であるから、燃料改質装置または燃料電池における触媒の活性低下および劣化を招くことはない。さらに、本実施形態では、完全燃焼された燃焼排ガスによりガス流路(30)に残留している燃料ガスを追い出すことができるから、残留ガスによる燃料改質装置(1)および燃料電池(2)における触媒の活性低下および劣化を防止できる。

【0027】なお、上記実施形態において、システムの停止モード時に空気用第2バルブ(61)を閉じているが、残留している燃料ガスが追い出されるまで開けておくようにしてもよい。この場合、ガス流路(30)に残留している燃料ガスは、その中の一酸化炭素が、CO酸化部(13)にて二酸化炭素に酸化されてから、燃料電池(2)を通過して排出される。従つて、残留燃料ガスを追い出す際に、燃料電池(2)の電極が一酸化炭素によって被毒されることを防止できる。また、ガス流路(30)に残留している燃料ガスは、その中の水素ガスなどの可燃性ガスが、CO酸化部(13)にて酸化(燃焼)されてから排出される。従つて、大気に可燃性ガスを排出することがなく、安全性に優れる。

【0028】また、図5に示すように、燃料改質装置(1)と燃料電池(2)の間に、燃料改質装置(1)からの気体を、燃料電池(2)へ供給するか或いは排気するかを切り替える切替バルブ(63)を配備してもよい。この場合、切替バルブ(63)は、発電実行時には、燃料電池(2)側に切り替え、システムの運転停止モード時には、最初、排気側へ切り替えて、燃料改質装置(1)に残留している残留燃料ガスの排気が完了した時点で、燃料電池(2)側に切り替えるように動作させる。これにより、燃料改質装置(1)に残留している燃料ガスが燃料電池(2)に供給されることなく、この燃料ガスによる燃料電池(2)の触媒劣化および性能低下を防止できる。

【0029】実施形態3

図6は、本発明の燃料電池発電システムの第3実施形態におけるガス流路(30)を示すブロック図である。第3実施形態の燃料電池発電システムでは、システムの停止モード時にガス流路(30)が負圧となることを防止し、且つ、ガス流路(30)内に残留する燃料ガスを追い出すために供給されるガスとして、水を水蒸気にして使用している。また、第3実施形態の燃料電池発電システムでは、燃料改質装置(1)における燃料ガスの改質方法として、部分酸化法を使用している。

【0030】原料ガスは、原料供給バルブ(70)を通り、空気と混合されて、燃料改質装置(1)に供給される。燃

料改質装置(1)は、前記混合ガスから水素リッチの燃料ガスを生成する燃料改質部(11)と、燃料改質部(11)にて生成された燃料ガスに含まれる一酸化炭素を二酸化炭素に変成するCO変成部(12)と、CO変成部(12)を経てもなお残存している微量の一酸化炭素を二酸化炭素に酸化するCO酸化部(13)とを具える。燃料改質部(11)は、改質反応を行なわせる反応部(14)と、反応部(14)に熱を供給する加熱部(15)とを具える。反応部(14)は、前記混合ガスと加熱部(15)からの熱とを受け取り、高温下で混合ガスを部分酸化反応させて水素ガスを生成する。加熱部(15)は、後記する燃料電池(2)で消費された排ガスを空気燃焼して排気する。この燃焼による熱が反応部(14)に供給される。CO変成部(12)は、上述のように、燃料改質部(11)から送られる燃料ガス中の一酸化炭素を、燃料ガス中の水蒸気により二酸化炭素に変換する。CO酸化部(13)は、CO変成部(12)から送られた燃料ガスと、空気供給バルブ(71)を通過する空気とを受け取り、燃料ガス中に残存する微量の一酸化炭素を空気により二酸化炭素に酸化する。従って、燃料改質装置(1)から燃料電池(2)に送られる燃料ガスには、主に、水素ガス、水蒸気および二酸化炭素が含まれている。

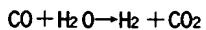
【0031】燃料電池(2)は、燃料改質装置(1)から送られる燃料ガスが燃料極を通り、加湿器(72)を経て加湿された空気が空気極を通過することにより、発電が行なわれる。燃料極から送られる燃料排ガスは、加熱部用バルブ(73)を通じて加熱部(15)に供給され、加熱部(15)の燃料に使用される。

【0032】また、原料供給バルブ(70)と燃料改質装置(1)の間のガス流路(30)には、ガス流路(30)内に残留する燃料ガスを追い出すための水を導入する水導入通路(32)が接続され、水導入通路(32)は、水を貯蔵する水タンク(74)に接続される。水タンク(74)とガス流路(30)との間の水導入通路(32)には、水タンク(74)からの水を吸い上げるポンプ(75)と、水をガス流路(30)へ供給または停止する水供給バルブ(76)が配備される。また、燃料電池(2)から下流側のガス流路(30)と水タンク(74)の間に、ガス流路(30)を通る水蒸気を回収して水タンク(74)に供給する水回収通路(33)が配備され、水回収通路(33)には、水を水タンク(74)へ回収または停止する水回収バルブ(77)が配備される。

【0033】<実施例>以下、具体例に沿ってガス流路(30)における動作について説明する。本実施例では、原料として、メタンを主成分とする天然ガスを使用している。燃料電池(2)の発電中では、水供給バルブ(76)および水回収バルブ(77)のみ閉じており、その他のバルブは開いており、所定の物質が通過している。天然ガスは、燃料改質装置(1)に送られ、燃料改質部(11)において、スチーム：カーボン=2:1、酸素：メタン=1:2の割合で混合され、600℃の温度にて、

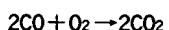
$$2\text{CH}_4 + \text{O}_2 \rightarrow 4\text{H}_2 + 2\text{CO}$$

で示される反応が行なわれる。このとき生成されるガスの組成比を測定したところ、H₂=43%、CO=6%、CO₂=11%、CH₄=2%、及びN₂=38%であった。CO変成部(12)では、燃料改質部(11)から送られるガスを250~300℃にして、



で示される反応が行なわれる。このとき生成されるガスの組成比を測定したところ、H₂=46%、CO=1%、CO₂=16%、CH₄=1%、及びN₂=36%であった。

10 CO酸化部(13)では、CO変成部(12)から送られるガスと空気供給バルブ(71)を通じて送られる空気とを混合し、100~250℃の温度にて



で示される反応が行なわれる。このとき生成されるガスの組成比を測定したところ、H₂=45%、CO₂=17%、CH₄=1%、及びN₂=37%であり、一酸化炭素は完全に除去されていた。燃料改質装置(1)にて生成された燃料ガスは、燃料電池(2)に送られて、発電に利用される。

20 【0034】発電を停止する際には、まず、原料供給バルブ(70)を閉じて、天然ガスの燃料改質装置(1)への供給を停止すると共に、空気供給バルブ(71)を閉じて、空気のCO酸化部(13)への供給を停止する。このとき、各装置の温度は、上記の温度に維持している。次に、ガス流路(30)に残留する燃料ガスを追い出すため、水用ポンプ(75)を起動し、水供給バルブ(76)を開いて、燃料改質装置(1)に水を供給する。このとき、燃料改質装置(1)では、温度が100℃以上に維持されているから、水用ポンプから送られた水は、燃料改質装置(1)において水蒸気に気化されて、体積が著しく増大し、ガス流路(30)内に残留している燃料ガスを追い出すことができる。このとき追い出される燃料ガスは、加熱部(15)を通過する際に空気燃焼するので、可燃性ガスが大気に排出されることはない。それから数秒経過すると、残留燃料ガスが全てガス流路(30)から追い出されるから、その後、加熱部用バルブ(73)を閉じると共に、水回収バルブ(77)を開いて水を循環させる。そして、各装置が所定の温度となつた時点で、水用ポンプ(75)を停止し、水供給バルブ(76)および水回収バルブ(77)を閉じて、水の循環を停止し、停止動作が完了する。

30 【0035】従って、システムの停止モード時に、水ポンプから燃料改質装置(1)に供給された水が、水蒸気となってガス流路(30)に供給されて、ガス流路(30)内が負圧となることを防止する。すなわち、本実施形態の負圧防止用ガスは、水から作られる。水は、常温で液体であり、本発明では、システムの停止モード時に気化して使用されるから、使用量は少なく、水を貯蔵する設備は小さくて済む。従って、システムが大型化することはない。また、本発明の負圧防止用ガスは、水蒸気であるから、燃料改質装置または燃料電池における触媒の活性低

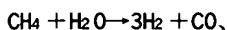
40 【0036】従って、システムの停止モード時に、水ポンプから燃料改質装置(1)に供給された水が、水蒸気となってガス流路(30)に供給されて、ガス流路(30)内が負圧となることを防止する。すなわち、本実施形態の負圧防止用ガスは、水から作られる。水は、常温で液体であり、本発明では、システムの停止モード時に気化して使用されるから、使用量は少なく、水を貯蔵する設備は小さくて済む。従って、システムが大型化することはない。また、本発明の負圧防止用ガスは、水蒸気であるから、燃料改質装置または燃料電池における触媒の活性低

11

下および劣化を招くことはない。

【0036】なお、上記実施形態では、燃料改質装置(1)における燃料改質方法として、部分酸化法を使用したが、水蒸気改質法を使用することもできる。この場合、燃料電池発電システムには、図7に示すように、水を気化するスチーム発生器(78)が配備され、水は、水用ポンプ(75)からスチーム発生器(78)に送られて気化され、スチーム発生器(78)から送られる水蒸気は、原料ガスと混合されて、燃料改質装置(1)に供給されることになる。燃料改質装置(1)における具体例を以下に示す。

【0037】燃料改質部(11)では、スチーム：カーボン=2.5:1~3.5:1の割合で混合され、700℃の温度にて、



で示される反応が行なわれる。このとき生成されるガスの組成比を測定したところ、 $\text{H}_2 = 75\%$ 、 $\text{CO} = 15\%$ 、 $\text{CO}_2 = 9\%$ 、及び $\text{CH}_4 = 1\%$ であった。 CO 変成部(12)および CO 酸化部(13)では、上記と同様の反応が行なわれる。 CO 変成部(12)にて生成されるガスの組成比を測定したところ、 $\text{H}_2 = 79\%$ 、 $\text{CO} = 1\%$ 、 $\text{CO}_2 = 19\%$ 、及び $\text{CH}_4 = 1\%$ であり、 CO 酸化部(13)にて生成されるガスの組成比を測定したところ、 $\text{H}_2 = 78\%$ 、 $\text{CO}_2 = 21\%$ 、及び $\text{CH}_4 = 1\%$ であった。なお、発電停止時の動作は、上記と同様である。

【0038】また、上記実施形態では、ガス流路(30)内に残留する燃料ガスを追い出すための水を貯蔵する水タンク(74)を配備している。一方、燃料電池(2)の空気極からは、空気と共に生成水も排出される。従って、図8に示すように、生成水を回収する生成水回収器(79)を水タンクとすることもできる。この場合、新たに水タンク(74)を配備する必要はないから、システムが大型化することはない。また、図8に示すように、水回収バルブ(77)から回収される水は、水用ポンプ(75)から水供給バル

ブ(76)を通じて送られる水に混合させて、循環させることもできる。

【0039】上記実施形態の説明は、本発明を説明するためのものであって、特許請求の範囲に記載の発明を限定し、或いは範囲を縮減する様に解すべきではない。又、本発明の各部構成は上記実施形態に限らず、特許請求の範囲に記載の技術的範囲内で種々の変形が可能であることは勿論である。

【図面の簡単な説明】

10 【図1】一般的な燃料電池発電システムの概要を示すブロック図である。

【図2】本発明の第1実施形態における燃料電池発電システムの要部を示すブロック図である。

【図3】第1実施形態の別の実施例を示す燃料電池発電システムの要部ブロック図である。

【図4】第2実施形態における燃料電池発電システムの要部を示すブロック図である。

【図5】第2実施形態の別の実施例を示す燃料電池発電システムの要部ブロック図である。

20 【図6】第3実施形態における燃料電池発電システムの要部を示すブロック図である。

【図7】第3実施形態の別の実施例を示す燃料電池発電システムの要部ブロック図である。

【図8】第3実施形態の別の実施例を示す燃料電池発電システムの要部ブロック図である。

【符号の説明】

(1) 燃料改質装置

(2) 燃料電池

(11) 燃料改質部

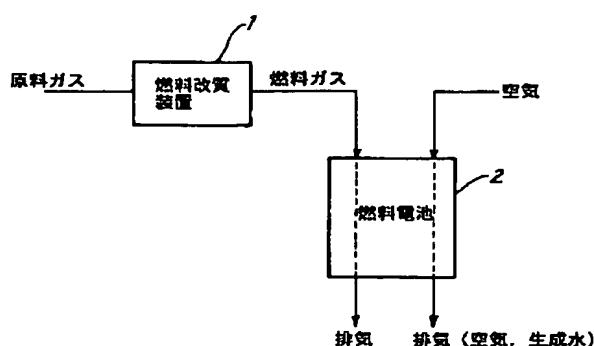
30 (30) ガス流路

(31) 空気導入通路

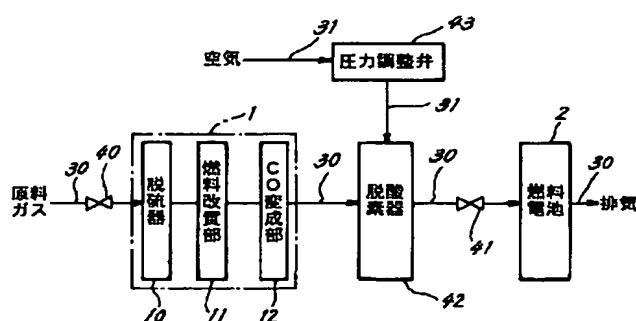
(42) 脱酸素器

(43) 圧力調整弁

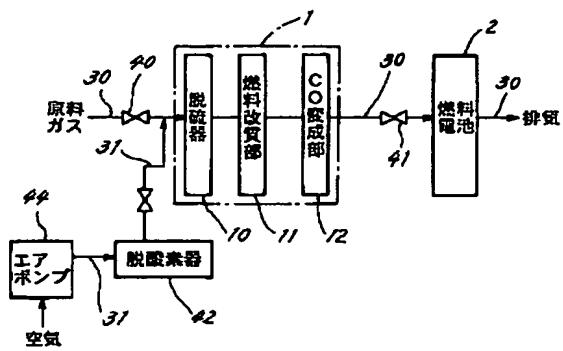
【図1】



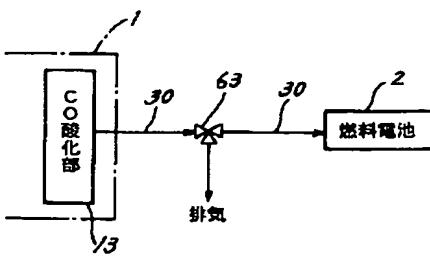
【図2】



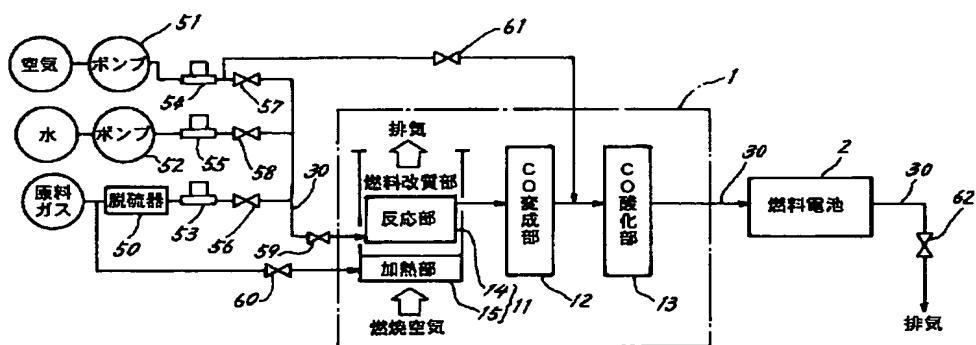
【図3】



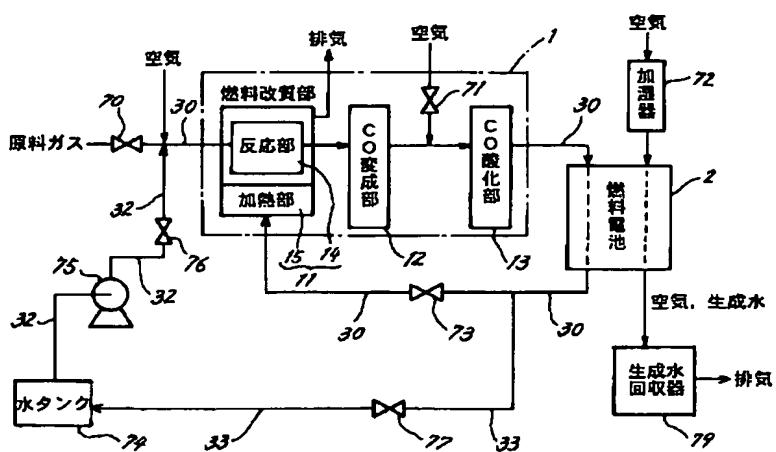
【図5】



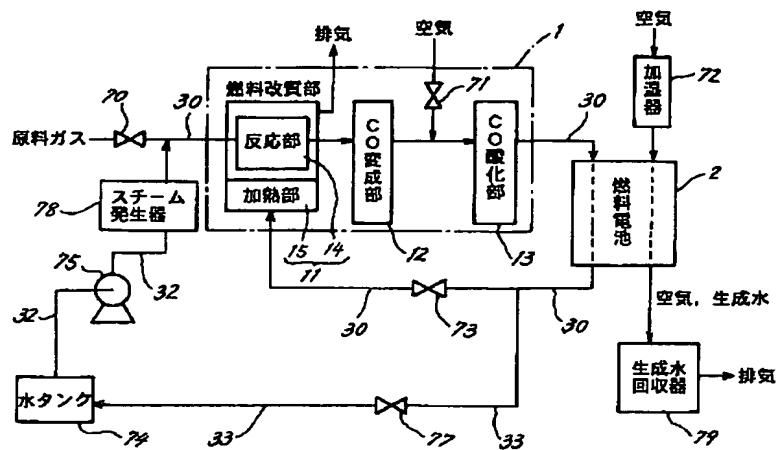
【図4】



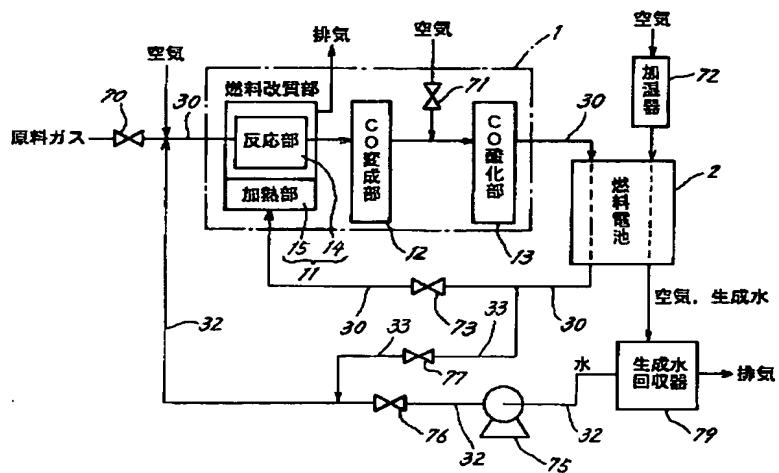
【図6】



【図7】



【図8】



フロントページの続き

(72) 発明者 池永 友俊

大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三
洋電機株式会社内

(72) 発明者 松林 孝昌

大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三
洋電機株式会社内

(72) 発明者 坂本 滋

大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三
洋電機株式会社内

(72) 発明者 上田 雅敏

大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三
洋電機株式会社内

(72) 発明者 三宅 泰夫

大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三
洋電機株式会社内

(72) 発明者 西尾 晃治

大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三
洋電機株式会社内